

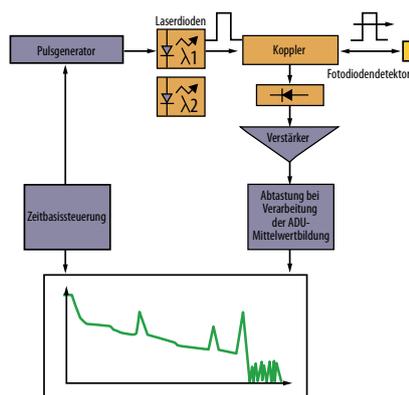


## Kriterien zur Auswahl eines optischen Reflektometers (OTDR)

Dieses White Paper enthält wichtige Informationen zu optischen Zeitbereich-Reflektometern (OTDR). Weiterhin erläutert es Neueinsteigern auf dem Glasfasermarkt für Telekommunikationsanwendungen die Kriterien zur Auswahl eines OTDRs, das ihren spezifischen Testanforderungen gerecht wird.

### Was ist ein OTDR?

Ein OTDR ist ein Glasfasertester zur Charakterisierung von optischen Netzwerken, die Telekommunikationsanwendungen unterstützen. Die Aufgabe des OTDRs besteht darin, Netzelemente an beliebigen Positionen einer Glasfaserstrecke zu erkennen, zu lokalisieren und zu messen. Hierfür muss das OTDR nur an einem Ende der Strecke angeschlossen sein, da es wie ein eindimensionales Radarsystem funktioniert. Anhand der vom OTDR zur Verfügung gestellten Kurvensignaturen der überprüften Glasfaser ist es möglich, den gesamten optische Pfad in Form einer grafischen Kurve darzustellen.



Blockschaltbild eines OTDRs



Grafische Darstellung einer Glasfaserstrecke, auch als OTDR-Kurve bezeichnet

Kriterien zur Auswahl eines optischen Reflektometers (OTDR)

---

#### Was misst ein OTDR?

Ein OTDR speist Lichtimpulse in ein Faserende ein und analysiert die zurückgestreuten und reflektierten Lichtanteile. Auf diese Weise ermöglicht es die Messung:

- der optischen Entfernung
  - zu Elementen, wie Spleißen, Steckverbindern, Splittlern, Multiplexern
  - zu Fehlerstellen
  - zum Faserende.
- der optischen Rückflussdämpfung (ORL)/Reflexionsdämpfung
  - der Dämpfung von Spleißen und Steckverbindern
  - der ORL einer Strecke oder eines Streckenabschnitts
  - der Reflexionsdämpfung von Steckverbindern
  - der Gesamtdämpfung der Glasfaser

#### Wofür wird ein OTDR benötigt?

Glasfasern müssen getestet werden, um zu gewährleisten, dass das Netzwerk optimal eingerichtet wurde und die Dienste zuverlässig, stabil und störungsfrei übertragen kann.

#### Außeninstallationen

Anbieter von mobilen Telekommunikations-, Video- und Datendiensten sowie Netzbetreiber möchten sicher gehen, dass ihre Investition in das Glasfasernetz geschützt ist. Die Ende-zu-Ende-Dämpfung aller Glasfaserkabel der Außeninstallation des Netzwerks wird mit einem OTDR überprüft, um zu bestätigen, dass die Kabel korrekt verlegt wurden. Bei der Installation werden Messungen mit einem Dämpfungsmessplatz, das heißt mit einer optischen Quelle und einem Leistungspegelmesser, sowie mit einem OTDR ausgeführt. Diese bidirektionalen Tests erstellen auch eine präzise Kabeldokumentation zum Nachweis der fehlerfreien Arbeitsausführung. Später kommt das OTDR zur Fehlerdiagnose zum Einsatz, um beispielsweise Faserbrüche zu lokalisieren, die durch Erdarbeiten verursacht werden können.

#### Gebäude, LAN/WAN, Rechenzentren, Unternehmen

Viele Installationsfirmen und Netzhaber bezweifeln, dass es notwendig ist, ihre Gebäudeverkabelung mit einem OTDR zu testen. Sie möchten ebenfalls wissen, ob das OTDR die traditionellen Dämpfungsmessungen mit Pegelmesser und optischer Quelle ersetzen kann. Glasfasernetze in Gebäuden haben ein knappes Dämpfungsbudget und weniger Spielraum für Fehler. Daher sollte der Installateur das Gesamtdämpfungsbudget mit einer optischen Quelle und einem Leistungspegelmesser messen. Diese Vorgehensweise entspricht der von der Norm TIA-568C geforderten „Tier-1-Zertifizierung“. Messungen mit einem OTDR (Tier-2-Zertifizierung) gehören zu den besten Praktiken, mit denen die Ursache für übermäßige Dämpfungen erkannt sowie nachgewiesen werden kann, dass die Werte für Spleiße und Steckverbinder innerhalb angemessener Toleranzen liegen. Sie stellen auch die einzige Möglichkeit dar, die genaue Position einer Fehlerstelle oder eines Faserbruchs zu ermitteln. Darüber hinaus helfen OTDR-Tests an einer Glasfaserstrecke, das System für spätere Überprüfungen zu dokumentieren.

Kriterien zur Auswahl eines optischen Reflektometers (OTDR)

### Die wichtigsten OTDR-Parameter

#### Wellenlängen

Im Allgemeinen sollte die Glasfaser mit den gleichen Wellenlängen getestet werden, die auch für den Betrieb zum Einsatz kommen.

- 850 nm und/oder 1300 nm für Multimode-Fasern
- 1310 nm und/oder 1550 nm und/oder 1625 nm für Singlemode-Fasern
- Gefilterte 1625 nm oder 1650 nm für Betriebsmessungen (In-Service-Messungen) zur Fehlerdiagnose an Singlemode-Fasern
- CWDM-Wellenlängen von 1271 nm bis 1611 nm mit einem Kanalabstand von 20 nm zur Inbetriebnahme und Fehlerdiagnose an Singlemode-Fasern, die CWDM-Signale übertragen.
- 1490 nm für FTTH-Systeme. Häufig wird hierfür auch eine Wellenlänge von 1550 nm empfohlen, um den Investitionsaufwand möglichst gering zu halten.

Tests bei einer einzigen Wellenlänge erlauben nur, die Fehlerstelle zu lokalisieren. Für die Installation und Fehlerdiagnose werden Tests mit zwei Wellenlängen empfohlen, da so auch Faserkrümmungen erkannt werden können.

#### Dynamikbereich

Der Dynamikbereich ist ein wichtiger Parameter, da er festlegt, wie weit ein OTDR messen kann. Der von den OTDR-Herstellern genannte Dynamikbereich bezieht sich auf die größte Pulsbreite und wird in Dezibel (dB) angegeben. Der gelegentlich angegebene Entfernung- oder Anzeigebereich ist irreführend, da er für die maximale Entfernung steht, die ein OTDR anzeigen kann. Über den tatsächlichen Messbereich sagt dieser Wert wenig aus.

Wellenlänge	1310 nm	1550 nm						
Dynamikbereich	35 dB	35 dB	40 dB	40 dB	45 dB	45 dB	50 dB	50 dB
Typischer maximaler OTDR-Messbereich	80 km	125 km	95 km	150 km	110 km	180 km	125 km	220 km

Der tatsächliche OTDR-Messbereich ist von der verwendeten Glasfaser und der Ereignisdämpfung im Netzwerk abhängig.

#### Totzonen

Die Totzonen sind wichtige Parameter, da sie bestimmen, ob ein OTDR zwei dicht aufeinander folgende Ereignisse auf der Glasfaserstrecke erkennen und messen kann. Die Totzonen werden von den OTDR-Herstellern bei der kleinsten Pulsbreite angegeben und in Meter (m) ausgedrückt.

- Die Ereignistotzone (EDZ) definiert den Mindestabstand, bei dem das OTDR noch zwei aufeinander folgende reflektive Ereignisse, wie zwei Steckverbinder, unterscheiden kann.
- Die Dämpfungstotzone (ADZ) ist der Mindestabstand nach einem reflektiven Ereignis, beispielsweise einem Steckverbinder, in dem ein nicht reflektives Ereignis, wie ein Spleiß, noch gemessen werden kann.

#### Pulsbreite

Der Dynamikbereich und die Totzone sind zueinander direkt proportional. Da zum Testen von langen Fasern ein größerer Dynamikbereich benötigt wird, ist auch ein breiter Lichtimpuls erforderlich. Je größer der Dynamikbereich, desto größer die Pulsbreite und die Totzone, d. h. dicht aufeinander folgende Ereignisse werden vom OTDR nicht mehr erkannt. Für kurze Faserstrecken sollten auch geringe Pulsbreiten verwendet werden, um kurze Totzonen zu gewährleisten. Die Pulsbreiten werden in Nanosekunden (ns) oder Mikrosekunden (µs) angegeben.

#### Auf die Anwendung kommt es an

Auf dem Markt wird eine Vielzahl unterschiedlicher OTDR-Modelle angeboten, die auf jeweils unterschiedliche Test- und Messanforderungen zugeschnitten sind. Damit der Käufer sich für das Modell entscheiden kann, das seinen Anforderungen am besten gerecht wird, sollte er die wichtigsten Parameter eines OTDRs sowie seiner Anwendung kennen. Vor der Auswahl eines OTDRs sollte er sich daher diese Fragen stellen:

- Welche Art von Netzwerk soll getestet werden? LAN-, Metro-, Weitverkehrsnetze?
- Welcher Typ von Glasfasern soll getestet werden? Multimode oder Singlemode?
- Welche maximalen Entfernungen sollen getestet werden? 700 m, 25 km, 150 km?
- Welche Messungen müssen ausgeführt werden? Installation (Abnahmemessungen), Fehlerdiagnose, Betriebsmessungen?

Kriterien zur Auswahl eines optischen Reflektometers (OTDR)

**Empfohlene OTDRs in Abhängigkeit von der Anwendung**

**Gebäude, LAN/WAN, Rechenzentren, Unternehmen**

Fasertyp	Multimode	Singlemode	Singlemode und Multimode
Wellenlängen	850/1300 nm	1310/1550 nm	850/1300/ 1310/1550 nm
Anforderungen	Möglichst kurze Totzonen zur Lokalisierung und Charakterisierung von dicht aufeinander folgenden Ereignissen.		

**FTTA, DAS und Cloud-RAN**

Fasertyp	Multimode	Singlemode	Singlemode und Multimode
Wellenlängen	850/1300 nm	1310/1550 nm	850/1300/ 1310/1550 nm
Anforderungen	Möglichst kurze Totzonen zur Lokalisierung und Charakterisierung von dicht aufeinander folgenden Ereignissen.		

**Punkt-zu-Punkt-Zugang/Backhaul**

Fasertyp	Singlemode
Wellenlängen	1310/1550 nm
Anforderungen	Dynamikbereich von $\leq 35$ dB bei 1550 nm Möglichst kurze Totzonen zur Lokalisierung und Charakterisierung von dicht aufeinander folgenden Ereignissen.

**Punkt-zu-Mehrpunkt-Zugang/FTTH/PON**

Testtyp	Installation — vor und hinter Splitter	Installation — durch Splitter hindurch	In-Service-Fehlerdiagnose
Wellenlängen	1310/1550 nm	1310/1550 nm	Gefilterte 1625 nm oder gefilterte 1650 nm
Anforderungen	Dynamikbereich von $\leq 35$ dB bei 1550 nm	Dynamikbereich von $\geq 35$ dB bei 1550 nm für Tests durch 1:32 Splitter	Dynamikbereich nicht relevant
		Dynamikbereich von $\geq 40$ dB bei 1550 nm für Tests durch 1:64 Splitter	
	Möglichst kurze Totzonen zur Lokalisierung und Charakterisierung von dicht aufeinander folgenden Ereignissen.	Möglichst kurze PON/Splitter-Totzonen	Möglichst kurze Totzonen zur Lokalisierung und Charakterisierung von dicht aufeinander folgenden Ereignissen.

**CWDM**

Testtyp	Installation, Wellenlängen-Einrichtung, oder Fehlerdiagnose
Wellenlängen	Von 1271 nm bis 1611 nm mit Kanalabstand von 20 nm. OTDRs werden mit 2 und 4 Wellenlängen angeboten (Beispiel: 1551/1571/1591/1611 nm)
Anforderungen	Dynamikbereich von $\geq 40$ dB für Tests durch Multiplexer, OADM (Optical Add/Drop Multiplexer) und Demultiplexer
	Möglichst kurze Totzonen zur Lokalisierung und Charakterisierung von dicht aufeinander folgenden Ereignissen.
	Integrierte CW-Lichtquelle zur Durchgangsprüfung

**Metro/Long Haul/Ultra Long Haul**

Netzwerktyp	Metro/Long Haul	Very Long Haul	Ultra Long Haul
Wellenlängen	1310/1550/1625 nm	1310/1550/1625 nm	1550nm/1625 nm
Anforderungen	Dynamikbereich von $\geq 40$ dB bei 1550 nm	Dynamikbereich von $\geq 45$ dB bei 1550 nm	Dynamikbereich von $\geq 50$ dB
	Möglichst kurze Totzonen zur Lokalisierung und Charakterisierung von dicht aufeinander folgenden Ereignissen.		

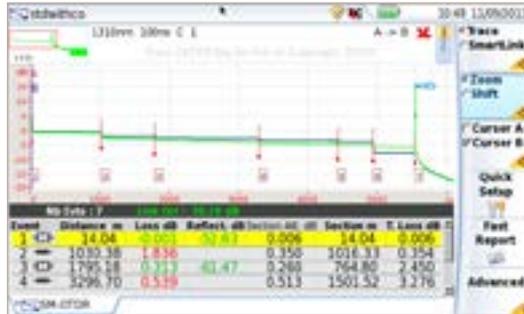
**Mehrere Anwendungen**

Netzwerktyp	Gebäude/Zugang	Metro bis Very Long Haul
Wellenlängen	850/1300/1310/1550 nm (1625 nm optional)	1310/1550/1625 nm (Mit einem externen Filter für 1625 nm ist das OTDR für die Fehlerdiagnose in FTTH/PON-Netzen geeignet.)
Anforderungen	Dynamikbereich: Für Multimode nicht relevant. $\leq 35$ dB bei 1550 nm für Singlemode	Größter Dynamikbereich
	Möglichst kurze Totzonen	
	Modulare Plattform, die sich mit den Testanforderungen entwickelt und eine maximale Flexibilität bietet.	

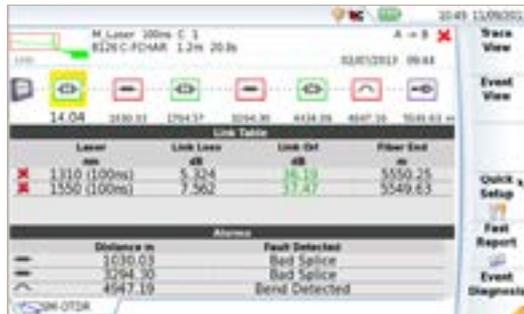
Kriterien zur Auswahl eines optischen Reflektometers (OTDR)

**Weitere wichtige Produkteigenschaften**

Obwohl die Bedienung eines OTDRs nicht besonders schwierig ist, sollte man mit den besten Praktiken zum Testen von Glasfasern vertraut sein, um die Messungen korrekt auszuführen. Nur geschulte und erfahrene Techniker können OTDR-Kurven analysieren und korrekt interpretieren. Ein weniger qualifizierter Nutzer wird mit der Bedienung eines OTDRs und der Auswertung der Messergebnisse Schwierigkeiten haben. Eine in das OTDR integrierte Softwareanwendung kann dem Techniker jedoch helfen, das Gerät effizienter zu bedienen. Dafür muss er die OTDR-Kurven nicht mehr verstehen oder interpretieren können. Die Software zeigt die getestete Faserstrecke schematisch an sowie erkennt und interpretiert alle OTDR-Ereignisse automatisch. Diese werden dann in Form aussagekräftiger Symbole auf der Kurve dargestellt. Jedoch muss man in der Lage sein, die Ergebnisse bei Bedarf mit der ursprünglichen OTDR-Kurve zu vergleichen.



Ansicht einer OTDR-Kurve



OTDR-Ergebnisansicht mit Bildsymbolen

Bei der Auswahl eines OTDRs sollten die folgenden Kriterien berücksichtigt werden:

- **Größe und Gewicht:** Wichtig, wenn man zum Beispiel einen Funkmast hochklettern oder in einem Gebäude arbeiten muss.
- **Anzeigegröße:** Das Display sollte mindestens 5" (12,7 cm) groß sein. OTDRs mit kleineren Anzeigen sind billiger, erschweren aber die Auswertung der OTDR-Kurve.
- **Batteriebetrieb:** Ein OTDR sollte den ganzen Tag im Feldeinsatz nutzbar sein. Acht Stunden müssten mindestens gewährleistet sein.
- **Kurven-/Ergebnisspeicherung:** Der interne Speicher sollte mindestens 128 MB groß sein. Externe Speicheroptionen, wie ein USB-Speicherstick, sollten unterstützt werden.
- **Bluetooth und/oder WLAN:** Funkgestützte Verbindungen erleichtern den Export der Testergebnisse auf PCs/Laptops/Tablets.
- **Modularität/Aufrüstbarkeit:** Eine modulare/aufrüstbare Plattform lässt sich leichter an sich entwickelnde Testanforderungen anpassen. Obwohl eine solche Plattform am Anfang kostenintensiver sein kann, wird sie sich langfristig rentieren.
- **Software zur Nachbearbeitung:** Natürlich ist es möglich, die Fasern über den Tester selbst zu bearbeiten und zu dokumentieren. Weitaus einfacher und komfortabler lassen sich die Testergebnisse jedoch mit einer speziellen Nachbearbeitungssoftware analysieren und dokumentieren.

Kriterien zur Auswahl eines optischen Reflektometers (OTDR)

### Beste Praktiken der OTDR-Messung

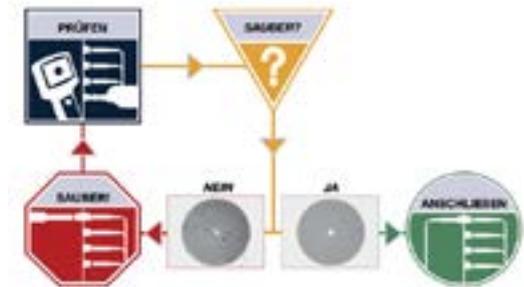
Mehrere beste Praktiken gewährleisten zuverlässige OTDR-Messungen.

#### Verwendung von Vorlauf-/Nachlaufkabeln

Vorlauf- und Nachlaufkabel, die aus Faserrollen bestimmter Länge bestehen, sollten an beiden Enden der zu testenden Faserstrecke angeschlossen werden, um auch den ersten und letzten Steckverbinder mit dem OTDR erfassen zu können. Die Länge der Vorlauf- und Nachlaufkabel ist von der zu testenden Faserstrecke abhängig. Im Allgemeinen beträgt sie 300 m bis 500 m für Multimode-Fasern und 1000 m bis 2000 m für Singlemode-Fasern. Bei sehr langen Faserstrecken können es auch 4000 m sein. Dieser Wert ist in starkem Maße von der Dämpfungstotzone des OTDRs abhängig, die wiederum von der Pulsbreite abhängt. Je größer die Pulsbreite, desto länger sollte das Vorlauf- und Nachlaufkabel sein. Vorlauf- und Nachlaufkabel müssen vom gleichen Typ sein wie die zu testende Faser.

#### Vorbeugende Prüfung der Steckverbinder

Schon ein einziger verschmutzter Steckverbinder kann die Übertragungsleistung der gesamten Faser ernsthaft beeinträchtigen. Die vorbeugende Prüfung aller Steckverbindungen mit einem Glasfaser-Mikroskop verringert die Ausfallzeiten im Netzwerk und den Aufwand zur Fehlerbehebung wesentlich. Mit dem einfachen Konzept „Inspect Before You Connect™“ können Sie sicher gewährleisten, dass die Fasern und Faserendflächen vor dem Zusammenstecken sauber sind. Ein verschmutzter OTDR-Anschluss oder ein verschmutzter Steckverbinder am Vorlauf-/Nachlaufkabel verfälschen die OTDR-Messergebnisse. Daher müssen sie geprüft und gereinigt werden, bevor das Vorlaufkabel angeschlossen wird.



Inspect Before You Connect Konzept

Kriterien zur Auswahl eines optischen Reflektometers (OTDR)

---

#### Fazit

Die optimierte Infrastruktur eines Glasfasernetzes stellt den Kunden zuverlässige und robuste Dienste zur Verfügung. Zufriedene Kunden erhöhen die Kundenbindung und ermöglichen eine schnelle Amortisation der Investition sowie eine nachhaltige Rentabilität. Ein OTDR ist ein wichtiges Feldtestgerät zur Wartung und Fehlerdiagnose von Glasfaser-Infrastrukturen. Bei der Auswahl eines OTDRs sollten die beabsichtigten Anwendungen sowie die technischen Parameter des Gerätes berücksichtigt werden, damit diese auch für Ihre Einsatzzwecke geeignet sind.

#### Literaturverzeichnis

1. JDSU White Paper: *Achieving IEC Standard Compliance for Fiber Optic Connector Quality through Automation of the Systematic Proactive End Face Inspection Process*
2. JDSU Broschüre: *JDSU Reference Guide to Fiber Optic Testing, Volume 1*
3. JDSU Poster: *Understanding Optical Time Domain Reflectometry*

© 2014 JDS Uniphase Corporation. Die in diesem Dokument enthaltenen Produktspezifikationen und Produktbeschreibungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.  
30176030 001 0614 OTDRWP1FS.NSE.DE Juni 2014